

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

009325853 **Image available**

WPI Acc No: 1993-019316/199303

XRPX Acc No: N93-014814

**Automatic vehicle control system - has video camera acquiring road images
and has processor performing image frame evaluation**

Patent Assignee: ZEXEL CORP (DIES)

Inventor: BORCHERTS R H; JURZAK J L; LIOU S; YEH T; YEH T A

Number of Countries: 002 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 4221015	A1	19930114	DE 4221015	A	19920626	199303 B
US 5245422	A	19930914	US 91722661	A	19910628	199338

Priority Applications (No Type Date): US 91722661 A 19910628

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

DE 4221015	A1	20		G05D-001/02	
------------	----	----	--	-------------	--

US 5245422	A	23		H04N-007/18	
------------	---	----	--	-------------	--

Abstract (Basic): DE 4221015 A

A system for automatic vehicle control within the limits of a road contains a video input unit mounted on the vehicle which produces image frames of the road in front of the vehicle. A conventional vehicle cruise controller has a manual control switch for activating it.

The image frames are evaluated by a processor unit connected to the video input unit and control switch. The processor unit starts to evaluate the images when the driver has activated the switch. An automatic control monitor maintains the vehicle within the bounds of the road as a function of the evaluation of the processor.

USE/ADVANTAGE - Automatically controlled to remain within lines of road using simplified system with reduced manufacturing costs.

Dwg.7/11

Abstract (Equivalent): US 5245422 A

A video sensor (12) mounted to the vehicle generates position information about the road in front. A cruise controller controls the speed of the vehicle. The cruise controller includes a switch (26) for initiating automatic speed control. A processor (14,42,44) is coupled to the sensor and the cruise control switch which analyses the sensor information once the cruise control switch is engaged. A steering controller (18) automatically controls the steering of the vehicle to keep it within the lane in the road as a function of the analysis by the processor. The steering controller also has a switch (24) to allow it to be turned on or off. The cruise controller switch automatically actuates the steering controller.

ADVANTAGE - Simple, reliable system.

Dwg.3/11

Title Terms: AUTOMATIC; VEHICLE; CONTROL; SYSTEM; VIDEO; CAMERA; ACQUIRE;
ROAD; IMAGE; PROCESSOR; PERFORMANCE; IMAGE; FRAME; EVALUATE

Derwent Class: Q22; T04; T06; X22

International Patent Class (Main): G05D-001/02; H04N-007/18

International Patent Class (Additional): B62D-001/28; G01D-001/18;

G05D-013/00

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): T04-D07D; T06-B01A; X22-C05B

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

?

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 42 21 015 A 1

51 Int. Cl.⁵:
G 05 D 1/02
G 05 D 13/00
G 01 D 1/18
B 62 D 1/28

21 Aktenzeichen: P 42 21 015.1
22 Anmeldetag: 26. 6. 92
43 Offenlegungstag: 14. 1. 93

DE 42 21 015 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31
28.06.91 US 722661

71 Anmelder:
Zexel Corp., Tokio/Tokyo, JP

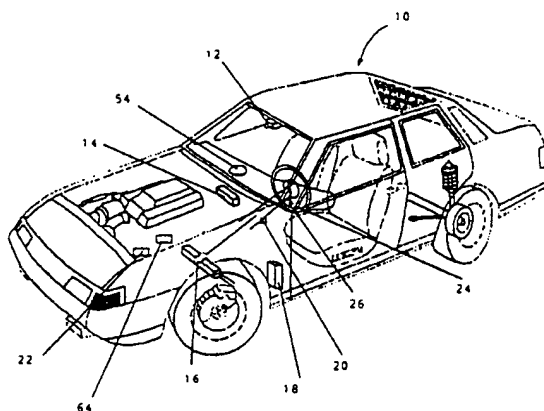
74 Vertreter:
Kohler, R., Dipl.-Phys.; Schmid, B., Dipl.-Ing.;
Holzmüller, R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Rüdell, D.,
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.; Bähring, A., Dipl.-Phys.
Univ. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 7000 Stuttgart

72 Erfinder:
Borcherts, Robert H., Ann Arbor, Mich., US; Jurzak,
Jacek Ludwik, Rochester Hills, Mich., US; Liou,
Shih-Ping, Ann Arbor, Mich., US; Yeh, Tse-Liang
Alan, Rochester Hills, Mich., US

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 System und Verfahren zur automatischen Fahrzeugsteuerung

57 Ein System zur automatischen Fahrzeugsteuerung wird zur automatischen Steuerung eines Fahrzeugs (10) innerhalb einer Fahrbahn einer Straße vorgeschlagen. Ein Videosensor (12) ist zur Erzeugung einer Vielzahl von Videobildrahmen der Straße vorgesehen. Ein Computerprozessor (14) wertet die Rahmen aus, um die Fahrbahngrenzen und die Position des Fahrzeugs (10) festzustellen. Das System sieht den Einsatz eines Dauergeschwindigkeitskontrollschalters (26) und eines Steuerungskontrollschalters (24) zur Aktivierung der Verarbeitung der Bilddaten und der automatischen Fahrzeugsteuerung vor. Auf diese Weise wird die Zuverlässigkeit und Wirksamkeit des Systems erhöht, während gleichzeitig die Komplexität und Kosten minimiert werden (Fig. 1).



DE 42 21 015 A 1



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein System und ein Verfahren zur automatischen Fahrzeugsteuerung.

In der technischen Literatur wird vorgeschlagen, daß ein Steuersystem zur automatischen Steuerung eines Fahrzeugs wünschenswert wäre. Repräsentative Beispiele für Versuche sind bekannt aus den europäischen Patentanmeldungen EP 0 35 456 A2 (Anmeldetag: 9. 8. 1989) und EP 0 361 914 A2 (Anmeldetag: 28. 9. 1989), Anmelder: Konda Giken Kogyo Kabushiki Kaisha, aus der japanischen Gebrauchsmusteranmeldung 62-97 935 (japanische Veröffentlichungsnr.: 1-1 06 910) und der europäischen Patentanmeldung EP 03 04 042 A2 (Anmeldetag: 17. 8. 1988), Anmelder: Kabushiki Kaisha Toshiba. Zusammengefaßt offenbaren diese Druckschriften allgemein Videoeingabevorrichtungen, wie eine Kamera, die am Fahrzeug befestigt ist und einen Computerprozessor zur Verarbeitung der Bilddaten und zum Liefern von Kontrollsignalen an Mechanismen zur Kontrolle der Fahrzeugsteuerung, zu verwenden.

In der Regel erscheinen die Vorschläge gemäß dem Stand der Technik nicht sehr kosteneffektiv zu sein. Daher ist ihre Anwendung in einem Fahrzeug, das sich der normale Verbraucher leisten kann, nicht von Nutzen. Ein Kostenfaktor ist, daß die meisten Techniken die Videoeingabedaten in sehr komplizierter Weise verarbeiten. Die EP '914 Anmeldung verwendet z. B. eine Hough-Transformation, um die Bilddaten auszuwerten. Diese Transformationsarten sind relativ komplex und schwierig zu analysieren, wobei teure Computerausrüstung nötig ist, um die Auswertung durchzuführen, da eine sehr große Datenmenge nötig ist, um diese Umwandlungen durchzuführen.

Die meisten der bekannten Systeme analysieren fortlaufend alle Videoeingabedaten, und die Mehrheit ihrer algorithmischen Parameter sind entweder fest oder vorbestimmt. Daher erhält der Prozessor die enorme Aufgabe, jene kleineren interessierende Gebiete zu isolieren, die die bedeutsamen Bilddatenpunkte beinhalten. Die Systeme gemäß dem Stand der Technik benötigen normalerweise einen übermäßigen manuellen Aufwand bei der Feinabstimmung für jede besondere Verkehrsgegebenheit und -zustand. Außerdem ist es nicht sehr wahrscheinlich, daß der Prozessor die tatsächlichen Grenzlinien der Fahrbahn richtig ermittelt hat, die oft als Kriterium für die Kontrolle der Fahrzeugsteuerung angesehen werden. Der Grund dafür ist, daß es kein gutes vorbestimmtes Kriterium gibt zum Einleiten der Verarbeitung der Bilddaten, die nur mit relevanten Straßenmerkmalen gekoppelt sind. Daher werden oft die Leistungsfähigkeit und die Ressourcen des Prozessors bei der Verarbeitung von Bilddaten aus Szenen, die nicht die Grenzlinien der Fahrbahn beinhalten, verschwendet. Außerdem beinhalten die Vorschläge nach dem Stand der Technik in der Regel keinen Mechanismus, der es dem Fahrzeugfahrer nur dann ermöglicht, das Kontrollsystem zur automatischen Steuerung zu betätigen, wenn die Verkehrssituation angemessen und sicher ist.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein System und ein Verfahren zur automatischen Fahrzeugsteuerung, das ein Fahrzeug innerhalb der Linien einer Straße automatisch steuert, zu ermöglichen, das den Aufbau des Systems vereinfachen und die Herstellungskosten reduzieren kann.

Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein System zur

automatischen Steuerung eines Fahrzeugs innerhalb von Fahrbahnbegrenzungen vorgesehen, das aufweist: eine Videosensoreinrichtung, die am Fahrzeug zur Erzeugung einer Vielzahl von Videobildrahmen der Straße vor dem Fahrzeug angebracht ist; eine herkömmliche Dauergeschwindigkeitssteuereinheit zur Steuerung der Dauergeschwindigkeit des Fahrzeugs, wobei die Dauergeschwindigkeitssteuereinheit einen manuell betätigbaren Kontrollschalter zur Aktivierung der Dauergeschwindigkeitssteuerung aufweist; eine Proessoreinheit, die mit der Videosensoreinheit und auch mit dem Kontrollschalter für die Dauergeschwindigkeit verbunden ist zur Auswertung der Videobildrahmen; wobei die Proessoreinheit mit der Auswertung der Videobilder beginnt, wenn der Fahrzeugfahrer zumindest den Dauergeschwindigkeitskontrollschalter betätigt hat; und eine Fahrzeugsteuerungskontrolleinrichtung zum automatischen Kontrollieren der Steuerung des Fahrzeugs, um es innerhalb der Fahrbahnbegrenzungen der Straße als Funktion der Auswertung des Prozessors zu halten.

Ein manuell betätigbarer Fahrzeugsteuerungskontrollschalter ist ebenfalls vorzugsweise vorgesehen, um die automatische Steuerung des Fahrzeugs zu betätigen. Die Erfindung sieht vorteilhafterweise die Betätigung des Kontrollschalters für die Dauergeschwindigkeit und/oder des Fahrzeugsteuerungskontrollschalters für die Steuerung vor, um die Verarbeitung der Bilddaten einzuleiten und eine automatische Steuerung des Fahrzeugs unter sicheren Verkehrs- und Straßenbedingungen zu gewährleisten. Ein programmierbarer Prozessor führt die Bildbearbeitung durch und wertet die Daten aus, während die Fahrzeugsteuerungskontrolleinheit die Fahrzeugsteuerung abhängig von der Prozessorauswertung kontrolliert.

Außerdem ist gemäß der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur automatischen Fahrzeugsteuerung vorgesehen für eine automatische Steuerung eines Fahrzeugs entlang einer Fahrbahnbegrenzung einer Straße, wobei das Verfahren umfaßt: Erzeugung einer Vielzahl von Videobildrahmen der Straße vor dem Fahrzeug; Steuerung der Fahrzeuggeschwindigkeit mit einer Geschwindigkeitssteuereinheit, die einen manuell betätigbaren Schalter zum Aktivieren der Geschwindigkeitssteuerung aufweist; Verarbeitung der Vielzahl von Videobildrahmen zur Auswertung und Erkennung der Fahrbahngrenzen der Straße vor dem Fahrzeug, basierend auf vorhergesagten möglichen Stellen der Fahrbahngrenzen im Bild; Bestimmen der Fahrbahnrichtung; Liefern einer Kontrollantwort, die das Fahrzeug in einer gewünschten Position innerhalb der Fahrbahn hält; Kontrolle der Fahrzeugsteuerung, um das Fahrzeug innerhalb der Fahrbahn zu halten als Funktion der Auswertung der Fahrbahngrenzen; und Starten der Verarbeitung der Videobilder und der automatischen Fahrzeugsteuerungskontrolle, wenn ein manuell betätigbarer Fahrzeugsteuerungskontrollschalter betätigt wird, während die Einheit zur Geschwindigkeitssteuerung in Betrieb ist.

Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden im weiteren in der Beschreibung und anhand der beiliegenden Zeichnung deutlich.

Es zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs mit einem automatischen Fahrzeugsteuerungssystem gemäß einer Ausführung der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine schematische Darstellung, die die Erkennung der Fahrbahn der Straße vor dem Fahrzeug erläutert;



Fig. 3 ein Blockdiagramm, das die Systemanordnung der Ausführung der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 4A – 4C den Betrieb der Ausführung der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 ein Flußdiagramm, das die Verarbeitungsschritte zeigt;

Fig. 6 schematisch die Erkennung und Vorhersage der Fahrbahngrenzen auf der Straße vor dem Fahrzeug;

Fig. 7A – 7C weiterhin schematisch aufeinanderfolgend die Erkennung und Vorhersage der Fahrbahn auf der Straße;

Fig. 8 ein weiteres Schema der Erkennung und Vorhersage der Fahrbahn auf der Straße;

Fig. 9 ein Flußdiagramm der Fahrbahnerkennungsalgorithmen der Ausführung der vorliegenden Erfindung;

Fig. 10 ein Flußdiagramm der Operationen der Fahrbahnerkennungsalgorithmen; und

Fig. 11 ein Flußdiagramm, das weiter die Operationen der Fahrbahnerkennungsalgorithmen zeigt.

Fig. 1 zeigt ein Fahrzeug 10, das die wesentlichen Komponenten des automatischen Fahrzeugsteuerungssystems gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hat. Eine Bildeingabeeinheit (Videoeingabeeinheit) 12 ist am vorderen Teil des Fahrzeugs 10 nahe der Rückspiegelanordnung angebracht. Eine solche Vorrichtung kann eine Videokamera der herkömmlichen Art oder eine Infrarotkamera sein und dient zur Überwachung der Straße und Verkehrsbedingungen vor dem Fahrzeug 10. Sie liefert eine Vielzahl von Videobildrahmen der Straße. Die Bildeingabeeinheit 12 kann in Verbindung mit dem Rückspiegel, getrennt davon oder an jeder anderen beliebigen Stelle stehen, wo die Straße vor dem Fahrzeug 10 angemessen erfaßt wird.

Eine Bildprozessoreinheit 14 zur Bilddigitalisierung und -verarbeitung kann einer von verschiedenen üblichen und im Handel erhältlichen programmierbaren Prozessoren zur Bildverarbeitung sein. Der Prozessor 14 zur Bilddigitalisierung und -verarbeitung besteht aus Hardware und Software. Die Hardware ist mit der Bildeingabeeinheit 12 verbunden und beinhaltet auch die gesamte Signalformungselektronik. Die Hardware beinhaltet Bildsignaldigitalisierungsschaltungen zum Umwandeln jedes Rahmens der analogen Videobilder in digitale Signale oder Impulse und Computerprozessoren zur digitalen Bildverarbeitung. Die Software kontrolliert die Bildeingabeeinheit 12, verarbeitet Bilder für die Bahnerkennung und beinhaltet eine Vorhersageeinheit zur Verbesserung der Effizienz der Bildverarbeitungsfunktion, indem sie das notwendige Suchgebiet vorgibt.

Ein Fahrzeuglenkstangenglied 16 ist am Fahrzeug 10 befestigt. Das Fahrzeuglenkstangenglied 16 kann entweder hydraulisch oder elektrisch arbeiten und stellt den Lenkwinkel der Räder, entsprechend der manuellen Übersteuerung durch den Fahrer so ein, daß das Fahrzeug sich an der gewünschten Position innerhalb der Fahrbahn in der Straße befindet, wenn das automatische Fahrzeugsteuerungssystem betätigt wird.

Die Lenkkontrolleinheit 18 für das Fahrzeuglenkstangenglied 16 ist ebenfalls am Fahrzeug 10 angebracht und kontrolliert das Fahrzeuglenkstangenglied 16 so, daß die Fahrzeugbewegung dem gewünschten Weg folgt, der den von der Bilddigitalisierungs- und -verarbeitungseinheit 14 ausgegebenen Signalen entspricht.

Radwinkel- und Fahrerlenksensoren 20 sind am Fahrzeug 10 angebracht. Der Radwinkelsensor mißt den Lenkwinkel. Der Fahrerlenksensor mißt die Kraft, die

der Fahrer auf das Lenkrad ausübt, um die Anstrengung des Fahrers beim Lenken zu erkennen. Die Erkennung einer bedeutenden Fahrerlenkung setzt vorübergehend das Stellglied 16 außer Kraft, so daß die automatische Fahrzeugsteuerungsfunktion durch die herkömmliche Fahrersteuerung übernommen wird.

Eine herkömmliche Dauergeschwindigkeitssteuereinheit 22 wird verwendet, um eine automatische Dauergeschwindigkeitssteuerung des Fahrzeugs 10 sicherzustellen. Ein manuell betätigbarer Kontrollschalter 26 ist innerhalb des Fahrzeugs 10 angebracht, um die Dauergeschwindigkeitssteuereinheit 22 zu starten bzw. außer Betrieb zu setzen. Gewöhnlich wird die Dauergeschwindigkeitssteuereinheit 22 gestartet, wenn das Fahrzeug sich unter geeigneten und sicheren Verkehrs- und Straßenbedingungen befindet.

Ein Fahrzeugsteuerungskontrollschalter 24 ist ebenfalls im Innern des Fahrzeugs 10 angebracht, mit dem der Fahrer das automatische Fahrzeugsteuerungssystem betätigt. Um das automatische Fahrzeugsteuerungssystem in Betrieb zu setzen und das Fahrzeug 10 automatisch zu steuern, macht es das System notwendig, daß sowohl der Dauergeschwindigkeitskontrollschalter 26 als auch der Fahrzeugsteuerungskontrollschalter 24 betätigt werden. Der Dauergeschwindigkeitskontrollschalter 26 und der Fahrzeugsteuerungskontrollschalter 24 können auch so angeordnet sein, daß wenn die Dauergeschwindigkeitssteuereinheit 22 zunächst nicht aktiviert ist, die Betätigung des Steuerungskontrollschalters 24 auch gleichzeitig den Dauergeschwindigkeitskontrollschalter 26 betätigt, der dann auch die Dauergeschwindigkeitssteuereinheit 22 aktiviert, wodurch die Inbetriebnahme des automatischen Fahrzeugsteuerungssystems gewährleistet wird. Andererseits, wenn die Dauergeschwindigkeitssteuereinheit 22 oder der Schalter 26 außer Betrieb sind, sind sowohl der Steuerungskontrollschalter 24 und die automatische Steuerungskontrollfunktion außer Betrieb.

Zwei zusätzliche Systemkomponenten sind beinhaltet, deren Positionen im Fahrzeug 10 nicht von Bedeutung sind. Die erste ist ein Sensor und ein Interface 64 des Fahrzeugsystems, die einen üblichen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor gekoppelt an die Standardfahrzeugausrüstung, ein Interface der Fahrzeugenergieversorgung und ein Standardinterface für die Fahrzeugdauergeschwindigkeit beinhalten. Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor kann für Fahrzeugsteuerungskontrollzwecke verwendet werden, um die Kontrollreaktionszeit zu modifizieren, wobei der Betrieb des automatischen Fahrzeugsteuerungssystems verbessert wird. Das Interface zur Energieversorgung des Fahrzeugs und das Interface für die Fahrzeugdauergeschwindigkeitssteuerung können nötig sein, um das Videodauergeschwindigkeitssystem mit der Standardfahrzeugausrüstung zu verbinden, um sicherzustellen, daß beide Systeme richtig funktionieren.

Die zweite zusätzliche Systemkomponente ist eine Warnvorrichtung 54, die aus Audio-, visuellen und anderen sensorischen Interaktionen bestehen kann. Solche Vorrichtungen können den Fahrer über die Leistung des automatischen Fahrzeugsteuerungssystems informieren, so daß der Fahrer die richtige Entscheidung über die Sicherheit der Fahrsituation treffen kann.

Während des Betriebs kann der Fahrer, während er das Fahrzeug 10 auf einer Straße fährt, die Fahrbahnen hat, wie z. B. eine Autobahn, das automatische Fahrzeugsteuerungssystem einschalten. Bei normalen Wetter- und Fahrbedingungen muß der Fahrer sowohl den



Dauergeschwindigkeitskontrollschalter 26 und den Fahrzeugsteuerungskontrollschalter 24 betätigt haben. Bei eingeschalteter Dauergeschwindigkeitssteuereinheit 22 kann der Fahrer den Fahrzeugsteuerungskontrollschalter 24 betätigen, um das automatische Fahrzeugsteuerungssystem einzuschalten. Wenn die Dauergeschwindigkeitssteuereinheit 22 ausgeschaltet ist, kann das System so gestaltet sein, daß die Betätigung des Fahrzeugsteuerungskontrollschalters 24 wiederum den Dauergeschwindigkeitskontrollschalter 26 betätigt, um so das automatische Steuerungssystem zu betätigen. Dadurch, daß die Dauergeschwindigkeitssteuereinheit 22 eingeschaltet sein muß, kann das System davon ausgehen, daß sich das Fahrzeug unter geeigneten und sicheren Verkehrs- und Straßenbedingungen befindet.

Durch die Einschaltung des automatischen Fahrzeugsteuerungssystems wird die Videoeingabeeinheit 12 gestartet. Die Videoeingabeeinheit 12 erzeugt fortlaufend Videobildrahmen von der Straße vor dem Fahrzeug 10. Die Bilddigitalisierung und -verarbeitungseinheit 14 empfängt und analysiert die Videobildrahmen. Dabei wandelt die Prozesseinheit 14 die analogen Eingaben jedes Rahmens in digitale Signale um. Die Prozesseinheit 14 wertet dann die digitalen Signale aus und versucht die Fahrbahngrenzen zu beiden Seiten des Fahrzeugs 10 zu ermitteln. Außerdem wertet die Prozesseinheit 14 den Weg aus und bestimmt die geeignete Richtungsreaktion, die nötig ist, um das Fahrzeug 10 in der gewünschten Position innerhalb der Fahrbahn zu halten.

Das automatische Fahrzeugsteuerungssystem verwendet die verarbeiteten Daten, um das Fahrzeug 10 in einer gewünschten Position auf der Fahrbahn zu halten. Dabei liefert die Prozesseinheit 14 ein Richtungssignale an die Kontrolleinheit 18 für das Fahrzeugsteuerungsstellglied 16, die wiederum das Stellglied 16 beaufschlagt, um das Fahrzeug in die gewünschte Richtung zu lenken. Die Radwinkel- und Fahrerlenksensoren 20 messen den Lenkwinkel und ermitteln außerdem die Lenkanstrengung des Fahrers für die übergeordnete Steuerung des Fahrzeugsteuerungssystems. Das Ermitteln einer bedeutenden Fahrerlenkung durch den Fahrerlenksensor führt zum vorübergehenden Außerkraftsetzen des Stellglieds 16, wobei vorübergehend das automatische Fahrzeugsteuerungssystem ausgeschaltet wird. Dies kann z. B. auftreten, wenn der Fahrer des Fahrzeugs 10 die Fahrbahn wechselt. Wenn der Fahrbahnwechsel beendet ist, wird das automatische Fahrzeugsteuerungssystem wieder eingeschaltet, um die Steuerung in der neuen Fahrspur zu gewährleisten, vorausgesetzt, der Fahrer übersteuert die automatische Steuerung des Fahrzeugs 10 nicht mehr.

Fig. 2 zeigt die grundlegende Geometrie bei der Bildzeugung der Straße für das automatische Fahrzeugsteuerungssystem. Das Fahrzeug 10 ist innerhalb der Fahrspur einer Straße 28 gezeigt, mit einer linken Spurgrenze 34 und einer rechten Spurgrenze 36. Die Videoeingabeeinheit 12 überwacht die Straßengeometrie und liefert eine Vielzahl von Videobildrahmen der Straße vor dem Fahrzeug 10, z. B. den Rahmen 66.

Fig. 3 zeigt den Aufbau des automatischen Fahrzeugsteuerungssystems. Die Videoeingabeeinheit 12 liefert fortlaufend Videobildrahmen der Straße vor dem Fahrzeug zum Bildprozessor 14. Der Bildprozessor 14 beinhaltet eine Vorrichtung 42 zur Erkennung der Fahrbahn und eine Fahrbahnzentrereinheit 44, die jeweils eine Fahrbahnerkennung innerhalb des Gebiets, das durch die Suchgebietsvorhersageeinrichtung 40 bestimmt ist

und eine Fahrbahnzentrierung durchführt. Die Suchgebietsvorhersagevorrichtung 40 ermittelt das notwendige Suchgebiet in wirksamer Weise. Das Antwortsignal von der Fahrbahnzentrierungsvorrichtung 44 wird der Lenkkontrolleinheit 18 eingegeben, die wiederum das Lenkstelliglied 16 kontrolliert. Der Lenksteller 16 stellt den Winkel der Räder 60 des Fahrzeugs 10 so ein, daß das Fahrzeug 10 in die gewünschte Richtung gelenkt wird.

Die Radwinkel- und Fahrerlenksensoren 20 messen den Lenkwinkel und erkennen die herkömmliche Fahrersteuerung. Die Lenkwinkel- und Fahrerlenksensoren 20 liefern ein Signal an die Suchgebietsvorhersagevorrichtung 40. Der Bildprozessor 14 empfängt dieses Signal und verwendet das Radwinkelsignal, um einen konstanten Lenkwinkel, der für die Betätigung des System ausreichend ist, zu erzeugen. Das Lenkwinkelsignal liefert außerdem Informationen über die Fahrzeugdrehung an die Verarbeitungseinheit 14. Der Bildprozessor 14 kann diese Information verwenden, um eine verbesserte Vorhersage der Fahrbahnposition zu liefern. Die Lenkwinkel- und Fahrerlenksensoren 20 sind weiterhin so ausgebildet, daß sie ein Fahrerlenksignal an die Lenkkontrolleinheit 18 liefern, um das Lenkstelliglied 16 auszuschalten, wenn der Fahrer das Lenkrad 32 manuell betätigt, wenn das automatische Steuerungssystem 22 des Fahrzeugs eingeschaltet ist. Ein Lenkwinkelsignal wird ebenfalls an die Lenkkontrolleinheit 18 geliefert. Die Lenkkontrolleinheit 18 ist so ausgebildet, daß sie Eingaben vom Lenkrad 32 und vom Lenkstelliglied 16 empfängt. Außerdem ist die Lenkkontrolleinheit 18 so ausgebildet, daß sie Signale an die Warnvorrichtung 54 liefert.

Der Kontrollschalter 26 für die Dauergeschwindigkeit betätigt das Steuersystem 22, das so ausgebildet ist, daß es eine Fahrzeuggeschwindigkeitssteuerung 38 über eine Drosselklappsteuereinheit 58 ausführt, die wiederum die Drosselklappe 61 steuert. Der Kontrollschalter 26 für die Dauergeschwindigkeit, die Steuereinheit 38 für die Fahrzeuggeschwindigkeit, der Fahrzeugsteuerungskontrollschalter 24 und das Lenkrad 32 sind so ausgebildet, daß sie Fahrereingaben 46 empfangen. Der Fahrzeugsteuerungskontrollschalter 24 ist weiterhin so angepaßt, daß er Kontrolleingaben über die Dauergeschwindigkeit von dem Kontrollschalter 26 für die Dauergeschwindigkeitssteuerung erhält. Der Fahrzeugsteuerungskontrollschalter 24 steht wiederum mit dem Lenkrad 32 in Verbindung. Der Kontrollschalter 26 für die Dauergeschwindigkeitssteuerung steht ferner mit einem Sensor 56 für die Pedalposition in Verbindung, die wiederum die Drosselklappensteuerung 58 kontrolliert.

Fig. 4A - 4C zeigen den Betrieb des automatischen Fahrzeugsteuerungssystems. Fig. 4A, 4B zeigen den Betrieb des Fahrzeugs 10 innerhalb der Fahrbahngrenzen der Straße. Das automatische Steuerungssystem hält das Fahrzeug 10 in der gewünschten Position innerhalb der Spur, unter normalen Verkehrsbedingungen. Fig. 4C zeigt das Fahrzeug 10 beim Spurwechsel, wobei das automatische Fahrzeugsteuerungssystem vorübergehend abgeschaltet ist, solange der Fahrer die Steuerung manuell betätigt. Nachdem die gewünschte Position in der neuen Spur erreicht ist, unterbricht der Fahrer die manuelle Steuerung, was das automatische Fahrzeugsteuerungssystem wieder einschaltet.

Das Flußdiagramm in Fig. 5 zeigt die Verarbeitungsschritte, die vom automatischen Fahrzeugsteuerungssystem ausgeführt werden. Der Fahrer des Fahrzeugs 10



schaltet zunächst den Kontrollschalter 26 für die Dauergeschwindigkeit ein, um das Steuersystem 22 für die Dauergeschwindigkeit zu betätigen oder schaltet den Kontrollschalter 24 ein, um sowohl das Steuersystem 22 für die Dauergeschwindigkeit als auch das automatische Fahrzeugsteuerungssystem zu aktivieren. Wenn das Steuersystem 22 für die Dauergeschwindigkeit aktiviert ist, ist nur der Kontrollschalter 26 eingeschaltet und die automatische Fahrzeugsteuerung ausgeschaltet oder nicht betriebsbereit, wobei der Steuerungskontrollschalter 24 ausgeschaltet ist. Dann hält das Fahrzeug die Dauergeschwindigkeit, es sei denn das Steuersystem 22 für die Dauergeschwindigkeit ist oder wird ausgeschaltet. Das Steuersystem 22 für die Dauergeschwindigkeit kann durch herkömmliche Technik, z. B. Bremsen oder Ausschalten des Kontrollschalters 26, oder vorübergehend ausgeschaltet werden, wenn das Stellglied 38 für die Fahrzeuggeschwindigkeit zur manuellen Betätigung der Drosselklappe 58 beim Durchdrücken des Gaspedals betätigt wird. Wenn sowohl das Steuerkontrollsystem 22 für die Dauergeschwindigkeit und der Kontrollschalter 24 für die automatische Fahrzeugsteuerung eingeschaltet sind, bleibt das Fahrzeug 10 in der Spur und behält die Dauergeschwindigkeit unter der Kontrolle des Dauergeschwindigkeitssteuersystems bei, bis letztere ausgeschaltet wird.

Das automatische Fahrzeugsteuerungssystem kann auf verschiedene Weise abgeschaltet werden, indem der Fahrer entweder den Kontrollschalter 26 oder den Steuerungskontrollschalter 24 betätigt. Beim Durchdrücken des Bremspedals wird das System auch abgeschaltet. Die vorübergehende Ausschaltung resultiert aus der manuellen Steuerung durch den Fahrer. Wenn der Fahrer das Fahrzeuggeschwindigkeitsstellglied 38 und damit die Drosselklappensteuerung 58 betätigt, indem er das Gaspedal durchdrückt, wird das System 22 zur Steuerung der Dauergeschwindigkeit vorübergehend übersteuert, wobei das System zur automatischen Fahrzeugsteuerung jedoch weiterhin das Fahrzeug steuert.

Wenn der Fahrer das System zur automatischen Fahrzeugsteuerung in Gang setzt, erfährt das System zuerst einen Startprozeß. Audio- und visuelle Information zeigt dem Fahrer des Fahrzeugs an, ob das System bereit ist. Während der Anlaufzeit des Systems zur automatischen Fahrzeugsteuerung, ist es nur nötig, daß der Fahrer das Fahrzeug in der gewünschten Position zwischen den Fahrbahngrenzen der Straße hält.

Die Fig. 6 bis 11 zeigen die Funktionsweise des Bildprozessors 14, um die Videobildrahmen der Straßenbilder auszuwerten und den Weg der Fahrbahn auf der Straße vor dem Fahrzeug 10 vorherzusagen. Der Bildprozessor 14 empfängt von der Bildeingabeeinheit 12 in fortlaufender Reihe Videobildrahmen der Straße vor dem Fahrzeug 10 mit einer Geschwindigkeit von dreißig Rahmen pro Sekunde, was eine geeignete Response für Fahrzeuge mit einer normalen Geschwindigkeit auf Autobahnen möglich macht. Bei höheren Geschwindigkeiten benötigt das System eine schnellere Rahmengeschwindigkeit.

Der Bildprozessor 14 beinhaltet Schaltkreise für die Digitalisierung jedes von der Bildeingabeeinheit 12 empfangenen analogen Bildrahmens und zum Umwandeln jedes Bildrahmens in eine Vielzahl von digitalen Signalen. Der Bildprozessor 14 beinhaltet Prozesseinheiten, um die durch die Digitalisierungsschaltkreise gelieferten digitalen Bildsignale auszuwerten. Im Bildprozessor 14 sind Programmroutinen zum Kontrollieren

der Bildeingabeeinheit, Bildverarbeitungsalgorithmen zur Erkennung der Fahrbahn und Programme einer Vorhersagevorrichtung 40 zur Verbesserung der Bildverarbeitungseffizienz vorgesehen.

Um die Fahrbahngrenzen im Bild der Straßensituation zu lokalisieren, erkennt die Verarbeitungseinheit 14 zuerst alle Kanten im Bild. Dabei werden gewisse Annahmen getroffen, um das Problem zu vereinfachen. Für ein System zur automatischen Fahrzeugsteuerung nehmen wir zuerst geringe Krümmungen der Fahrbahngrenzen an. Außerdem nehmen wir an, daß in den meisten Situationen zwei Fahrbahnbegrenzungen bestehen. Schließlich wird angenommen, daß der Boden in der Nähe des Fahrzeugs eben ist und die Bilder aufgenommen werden, während sich das Auto in der Fahrbahn befindet. Die letztere Annahme ist normalerweise richtig, weil der Fahrer wahrscheinlich den Kontrollschalter 26 für die Dauergeschwindigkeit und/oder den Kontrollschalter 24 für die automatische Steuerung nur dann betätigt, wenn sich das Auto zwischen Fahrbahngrenzen und gewöhnlich geradeaus bewegt. Unter diesen Annahmen kann der Verlauf der Bahn im Bild durch die Vorhersageeinrichtung 40 vorhergesagt werden, basierend auf der Fahrbahnkrümmung, Fahrzeugdynamik und Steuerungseingaben.

Zwei Hauptgrenzen der Spur werden nahe dem Fahrzeug angenommen, wobei zwei parallele Liniensegmente verwendet werden. Das erste Liniensegment ist die Tangente 78 zur gegenwärtigen linken Spurgrenze 34 und die zweite ist die Tangente 80 zur gegenwärtigen rechten Spurgrenze 36. Aufgrund der projizierten Geometrie des Bilds, müssen die beiden Tangenten (oder zwei sich schneidende tangentielle Linien) in einem Punkt des Bilds zusammenlaufen, dem Verschwindepunkt 84.

Die besten zwei Tangenten werden im wesentlichen aus einer Auswahl gewählt. Hier verwenden wir jedoch zwei Überschneidungspunkte 86 und 88, d. h. wo die linke Tangente 78 und die rechte Tangente 80 jeweils das ausgewählte Suchgebiet 82 überschneiden, wie in Fig. 6 gezeigt.

Genauer, wie in Fig. 7A gezeigt, wenn ein Überschneidungspunkt 86 der linken Tangente 78 an der linken Seite innerhalb eines durch die Vorhersageeinrichtung 40 bestimmten Suchgebiets 82 festgestellt wird und ein Überschneidungspunkt 88 der rechten Tangente 80 an der rechten Seite innerhalb des Suchgebiets 82 festgestellt wird, d. h. der Verschwindepunkt 84 der beiden Linien 78, 80 über dem Suchgebiet 82 liegt, wie in Fig. 7A gezeigt, wird das Suchgebiet 82 nach oben bewegt, so daß der Verschwindepunkt 84 innerhalb des Suchgebiets 82 liegt, wie in Fig. 7C gezeigt. Im Gegensatz dazu, wie in Fig. 7B gezeigt, wenn der Überschneidungspunkt 86 der linken Tangente 78 an der rechten Seite innerhalb des Suchgebiets 82 festgestellt wird und der Überschneidungspunkt 88 der rechten Tangente 80 an der linken Seite innerhalb des Suchgebiets 82 ermittelt wird, d. h. der Verschwindepunkt 84 unter dem Suchgebiet 82 liegt, wird das Suchgebiet 82 nach unten bewegt, so daß der Verschwindepunkt 84 innerhalb des Suchgebiets 82 festgestellt wird, wie in Fig. 7C gezeigt. Wie oben beschrieben, wird das Suchgebiet 82 vertikal angepaßt, so daß die zwei Überschneidungspunkte 86, 88 an denen die beiden Tangenten 78, 80 das ausgewählte Suchgebiet 82 schneiden, in einem Punkt zusammenlaufen, d. h. der Verschwindepunkt 84 liegt dann innerhalb des Suchgebiets 82.

Die Verwendung von zwei Überschneidungspunkten



anstatt von einem Verschwindepunkt ermöglicht es, der Fahrspur in Situationen zu folgen, wenn eine Seite einer Fahrbahngrenze weniger deutlich als die andere ist oder diese völlig fehlt.

Da die Position der Überschneidungspunkte sich nicht viel zwischen zwei aufeinanderfolgenden Bildrahmen verändert, wird angenommen, daß die Position im gegenwärtigen Rahmen der im vorherigen Rahmen ähnlich ist. Das ermöglicht es, die Ermittlung der Straßenenden und die Ermittlung der Überschneidungspunkte in einem Schritt zu verbinden.

Um die zwei besten Überschneidungspunkte auszuwählen, sammelt der Algorithmus Beweise zur Stützung für jede Auswahlmöglichkeit aus dem Bild. Der stützende Beweis, der sich aus dem Pixelniveau der lokalen Berechnung ergibt, beinhaltet die Stärke und Richtung der Kantenpunkte und die Länge der Liniensegmente. Es sind Funktionen vorgesehen, um jeweils die Beweiskraft zu messen und sie zu einem Leistungsmaß zu verbinden, das die größte Sicherheit für einen geeigneten Überschneidungspunkt ergibt. Der Überschneidungspunkt, der am meisten geeignet scheint, wird ausgewählt, und die entsprechende Tangente wird als das Bild der Fahrbahngrenze angesehen. Fig. 8 zeigt die Merkmale eines solchen Bildes. Es werden Kantenmuster und die entsprechende Ausrichtung der verschiedenen Linienmuster gezeigt. Es ist wünschenswert, die Daten zu erhalten, die eine starke Kantenkorrelation liefern, zusätzlich zu einer passenden konstanten Ausrichtung, wie die Linienmuster 90. Die gesamte Response wird dann verwendet, um den Überschneidungspunkt für die Grenzlinie innerhalb des ausgewählten Suchgebiets 82 zu errechnen.

Fig. 6 zeigt eine linke Tangente 78 und eine rechte Tangente 80, die beide das ausgewählte Suchgebiet 82 passieren, um den Überschneidungspunkt 86 der linken Tangente und den Überschneidungspunkt 88 der rechten Tangente zu erhalten. Die linke und rechte Tangente 78 und 80 schneiden den Verschwindepunkt 84. Es ist höchst wünschenswert, die Überschneidung der Überschneidungspunkte 86 und 88 oder des Verschwindepunkts 84 innerhalb des Suchgebiets 82 zu erhalten. Dabei verwendet das System eine Vorhersageeinrichtung 40, um fortlaufend das Suchgebiet anzupassen, siehe Fig. 7. Die Vorhersagevorrichtung 40 ermittelt das zu suchende Gebiet. Wenn das System gestartet wird, sucht die Vorhersagevorrichtung 40 anfänglich ein großes Gebiet ab. Wenn die Vorhersagevorrichtung 40 die Überschneidungspunkte lokalisiert, kann sie sich dieser Position anpassen und ein kleineres Gebiet absuchen, wobei das System schneller und effizienter arbeiten kann. In der Anlaufphase könnte die Vorhersagevorrichtung 40 angepaßt werden, um ein kleineres Gebiet, basierend auf verschiedenen Annahmen zu überwachen oder ein Teilgebiet abdecken (d. h. jede Sekunde oder jeden dritten Pixel überwachen), um den Startprozeß zu beschleunigen. Der resultierende Überschneidungspunkt 88, der innerhalb des Suchgebiets 82 ermittelt wird, liefert die gewünschte Richtung des Fahrzeugs.

In Fig. 9 bis 11 sind Flußdiagramme der Software-Algorithmen gezeigt. Fig. 9 ist ein Flußdiagramm, das grobe Algorithmus-Schritte zeigt. Fig. 10 ist ein genaues Flußdiagramm, das ein Algorithmus-Modul "Hypothetische Ermittlung des Überschneidungspunkts" begründet auf dem Suchgebiet zeigt. Fig. 11 ist ein genaues Flußdiagramm, das ein Algorithmus-Modul "Sammle Stützen für jeden hypothetisch ermittelten Überschneidungspunkt" zeigt. Der Prozessor 14 empfängt eine

Bildeingabe. Die Gradientengröße und Gradientenrichtung in der Helligkeit eines Pixels in der Bildinformation als Funktion der jeweiligen Pixel wird berechnet. Der Überschneidungspunkt wird dann hypothetisch ermittelt, basierend auf dem Suchgebiet wie in Fig. 10 gezeigt, wobei (X1, X2) ein eindimensionales Suchgebiet im Bild bezeichnen und m die Anzahl von hypothetischen Faserschnittpunkten innerhalb des eindimensionalen Gebiets ist. Dann sammelt die Software Stützen für jeden hypothetisch ermittelten Überschneidungspunkt wie in Fig. 11 gezeigt. ((ipx(k), ipy), k=0, 1, ...) stellt den Satz von Bildkoordinaten des hypothetischen Überschneidungspunkts dar. M(i, j) ist die Gradientengröße an der Pixelposition (i, j) im Bild, und x-Weite und y-Weite geben jeweils die horizontale und vertikale Größe desselben unter dem jeweiligen eindimensionalen Suchgebiet an. Außerdem werden dann rechte und linke Überschneidungspunkte und Tangenten ausgewählt und das Suchgebiet wird auf den neuesten Stand gebracht bevor die nächste Bildeingabe empfangen wird.

Patentansprüche

1. System zur automatischen Fahrzeugsteuerung eines Fahrzeugs innerhalb einer Fahrbahnbegrenzung einer Straße, das aufweist: eine Videoeingabeeinheit (12), die am Fahrzeug (10) zur Erzeugung einer Vielzahl von Videobildrahmen der Straße vor dem Fahrzeug angebracht ist; eine herkömmliche Dauergeschwindigkeitssteuereinheit (22) zur Steuerung der Dauergeschwindigkeit des Fahrzeugs, wobei die Dauergeschwindigkeitssteuereinheit (22) einen manuell betätigbaren Kontrollschalter (26) zur Aktivierung der Dauergeschwindigkeitssteuerung (22) aufweist; eine Prozessoreinheit (14), die mit der Videoeingabeeinheit (12) und auch mit dem Kontrollschalter (26) für die Dauergeschwindigkeit verbunden ist, zur Auswertung der Videobildrahmen; wobei die Prozessoreinheit (14) mit der Auswertung der Videobilder beginnt, wenn der Fahrzeugfahrer zumindest den Dauergeschwindigkeitskontrollschalter (26) betätigt hat; und eine automatische Fahrzeugsteuerungskontrolleinrichtung (16-20, 32) zum automatischen Kontrollieren der Steuerung des Fahrzeugs, um es innerhalb der Fahrbahngrenzen der Straße als Funktion der Auswertung des Prozessors zu halten.
2. System nach Anspruch 1, wobei die Fahrzeugsteuerungskontrolleinrichtung (16-20, 32) einen manuell betätigbaren Steuerungskontrollschalter (24) beinhaltet, und das System die automatische Fahrzeugsteuerungskontrolleinrichtung (16-20, 32) aktiviert, wenn der Fahrer sowohl den Dauergeschwindigkeitskontrollschalter (26) als auch den Steuerungskontrollschalter (24) betätigt hat.
3. System nach Anspruch 2, wobei die manuelle Betätigung des Steuerungskontrollschalters (24) weiterhin den Dauergeschwindigkeitskontrollschalter (26) aktiviert, wodurch das System die automatische Fahrzeugsteuerung einleiten kann.
4. System nach Anspruch 3, das weiterhin aufweist: eine Lenkwinkelsensoreinrichtung (20) zum Ermitteln des Lenkwinkels der Fahrzeugräder; wobei die Prozessoreinheit (14) an die Lenkwinkelsensoreinrichtung gekoppelt ist und deren Ausgangssignale verwendet, um festzustellen, wann die Verarbeitung



der Videobilder eingeleitet werden soll; und weiterhin die Aktivierung der Videobildverarbeitung und der Kontrolleinheit steuert, wenn die Verarbeitung aktiviert ist und der Fahrer das Fahrzeug innerhalb einer Fahrbahn einer Straße vor der tatsächlichen Betätigung der Steuerkontroleinheit (16–20, 32) hält.

5. System nach Anspruch 4, wobei die Steuerungskontrolleinheit aufweist:

ein Fahrzeuglenkstellglied (16) zum Einstellen des Lenkwinkels der Fahrzeugräder; und eine Lenkkontrolleinheit (18) zum Steuern des Fahrzeuglenkstellglieds.

6. System nach Anspruch 5, wobei die Lenkkontrolleinheit (18) Signale von der Prozessoreinheit (14) und der Lenkwinkelsensoreinheit (20) empfängt und die zum Beibehalten des Fahrzeugs in der gewünschten Position innerhalb der Fahrbahnbegrenzung einer Straße notwendige Richtung feststellt.

7. System nach Anspruch 6, das weiterhin aufweist: eine Fahrerlenksensoreinheit (20) zum Feststellen der Lenkkraft durch den Fahrzeugfahrer, wobei die Lenksensoreinheit zur Abgabe eines Signals an das Fahrzeuglenkstellglied (16) zur Außerkraftsetzung des Systems, wenn eine manuelle Lenkkraft festgestellt wird, ausgebildet ist und das System wieder gestartet wird, wenn die manuelle Lenkkraft nicht mehr ermittelt wird.

8. System nach Anspruch 1, wobei die Prozessoreinheit (14) aufweist:

eine Digitalisierungseinrichtung zum Empfangen einer Vielzahl von Videobildrahmen und Umwandeln der Videobilder von analogen Signalen in digitale Signale; und

eine digitale Bildverarbeitungseinrichtung zum Verarbeiten der digitalen Signale.

9. System nach Anspruch 8, wobei die digitale Bildverarbeitungseinheit weiterhin aufweist:

eine Fahrbahnerkennungseinheit zur Bildverarbeitung für die Ermittlung einer linken und rechten Fahrbahnbegrenzung einer Straße vor dem Fahrzeug; und

eine Fahrbahnzentriereinheit zum Ermitteln der gewünschten Fahrzeugposition.

10. System nach Anspruch 9, wobei die digitale Bildverarbeitungseinrichtung weiterhin für die Auswertung der digitalen Signale jedes Rahmens vorgesehen ist, wobei die Auswertung die Ermittlung starker Linienresponsen und konsistenter Linienausrichtung beinhaltet und die Fahrbahnbegrenzungen als Funktion der Linienresponse und Linienausrichtung ermittelt werden.

11. System nach Anspruch 10, wobei die Prozessoreinheit (14) weiterhin eine Vorhersageeinheit (40) zum Ermitteln des notwendigen abzusuchenden Gebiets aufweist.

12. System nach Anspruch 10, wobei die Fahrbahnerkennungseinheit jeweils eine projizierte Tangente (78, 80) für die linke und rechte Fahrbahnbegrenzung (34, 36) innerhalb eines ausgewählten und durch die Vorhersageeinheit (40) bestimmten Suchgebiets (82) ermittelt, wobei die Fahrbahnzentriereinheit die Position der Tangenten (78, 80) zur Ermittlung der gewünschten Fahrzeugarichtung auswertet.

13. System nach Anspruch 10, wobei die Vorhersageeinheit (40) weiterhin die Anpassung des Suchge-

biets zum Beibehalten des Überschneidungspunkts der Tangenten vornimmt.

14. System nach Anspruch 11, wobei die Vorhersageeinheit (40) durchführt:

eine automatische Anpassung des Suchgebiets (82) zur Ermittlung der Überschneidung und der Position der Tangenten (78, 80) für die linke und rechte Fahrbahnbegrenzung, wobei das Suchgebiet (82) zur Lieferung eines minimalen Suchgebiets angepaßt wird.

15. Verfahren zur automatischen Fahrzeugsteuerung für eine automatische Steuerung eines Fahrzeugs entlang einer Fahrbahnbegrenzung einer Straße, das aufweist:

Erzeugung einer Vielzahl von Videobildrahmen der Straße vor dem Fahrzeug; Steuerung der Fahrzeuggeschwindigkeit mit einer Dauergeschwindigkeitssteuereinheit, die einen manuell betätigbaren Schalter zum Aktivieren der Geschwindigkeitssteuerung aufweist;

Verarbeitung der Vielzahl von Videobildrahmen zur Auswertung und Erkennung der Fahrbahngrenzen der Straße vor dem Fahrzeug, basierend auf vorhergesagten möglichen Stellen der Fahrbahngrenzen im Bild, Bestimmen der Fahrbahnrichtung und Liefern einer Kontrollantwort, die das Fahrzeug in einer gewünschten Position innerhalb der Fahrbahn hält;

Kontrolle der Fahrzeugsteuerung, um das Fahrzeug innerhalb der Fahrbahn zu halten als Funktion der Auswertung der Fahrbahngrenzen; und

Starten der Verarbeitung der Videobilder und der automatischen Fahrzeugsteuerungskontrolle, wenn ein manuell betätigbarer Fahrzeugsteuerungskontrollschalter betätigt wird, während die Einheit zur Geschwindigkeitssteuerung in Betrieb ist.

16. Verfahren nach Anspruch 15, das weiterhin den Schritt aufweist:

Ausschalten der automatischen Steuerungskontrolle, wenn eine Lenkkraft des Fahrers festgestellt wird und

Wiedereinschalten, wenn keine Lenkkraft des Fahrers mehr festgestellt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, wobei der Verarbeitungsschritt weiterhin die Digitalisierung der analogen Signale der Videobilder zur Lieferung einer Vielzahl von digitalen Signalen aufweist.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15–17, wobei der Verarbeitungsschritt weiterhin eine digitale Verarbeitung beinhaltet, die aufweist:

Ermitteln starker Linienresponsen und konsistenter Linienausrichtung zur Ermittlung einer linken und rechten Fahrbahnbegrenzung;

und Feststellen der zum Beibehalten der Position des Fahrzeugs (10) in der gewünschten Position innerhalb der Fahrbahn notwendigen Richtung, wobei der Ermittlungsschritt die Lokalisierung von projizierten Tangenten (78, 80) beide Fahrbahnbegrenzungen (34, 36), die Ermittlung der Position jeder Tangente (78, 80) innerhalb des ausgewählten Suchgebiets (82) und Anpassen des Suchgebiets zur Lieferung des möglichen Überschneidungsgebiets der Tangenten beinhaltet, wobei der Überschneidungspunkt (84) der Tangenten die gewünschte Fahrzeugarichtung darstellt.

19. Verfahren nach Anspruch 18, das den weiteren Schritt aufweist:

Aktivierung der Videobildrahmenverarbeitung und



Steuerungskontrolle, wenn die Verarbeitung aktiviert ist und das Fahrzeug vor der tatsächlichen Steuerungskontrolle in einer Fahrbahn der Straße gehalten wird.

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Figur 1

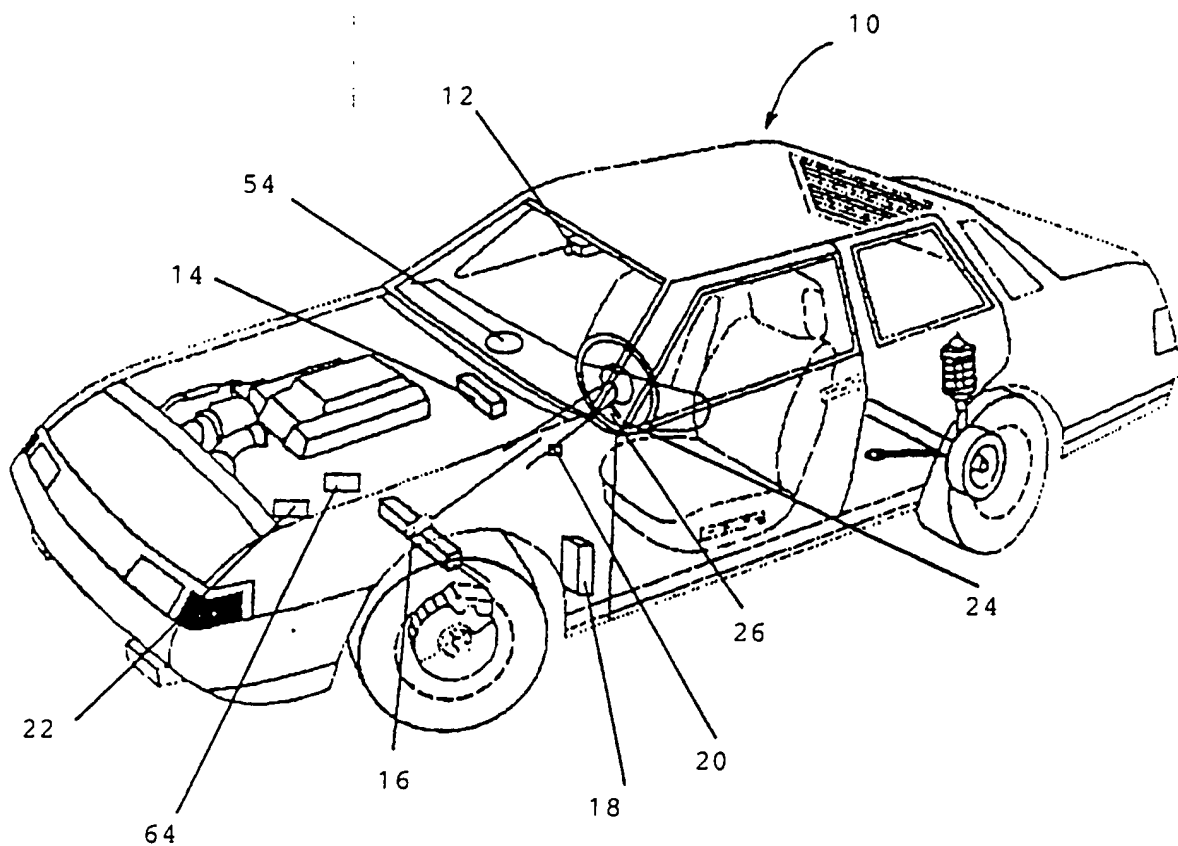
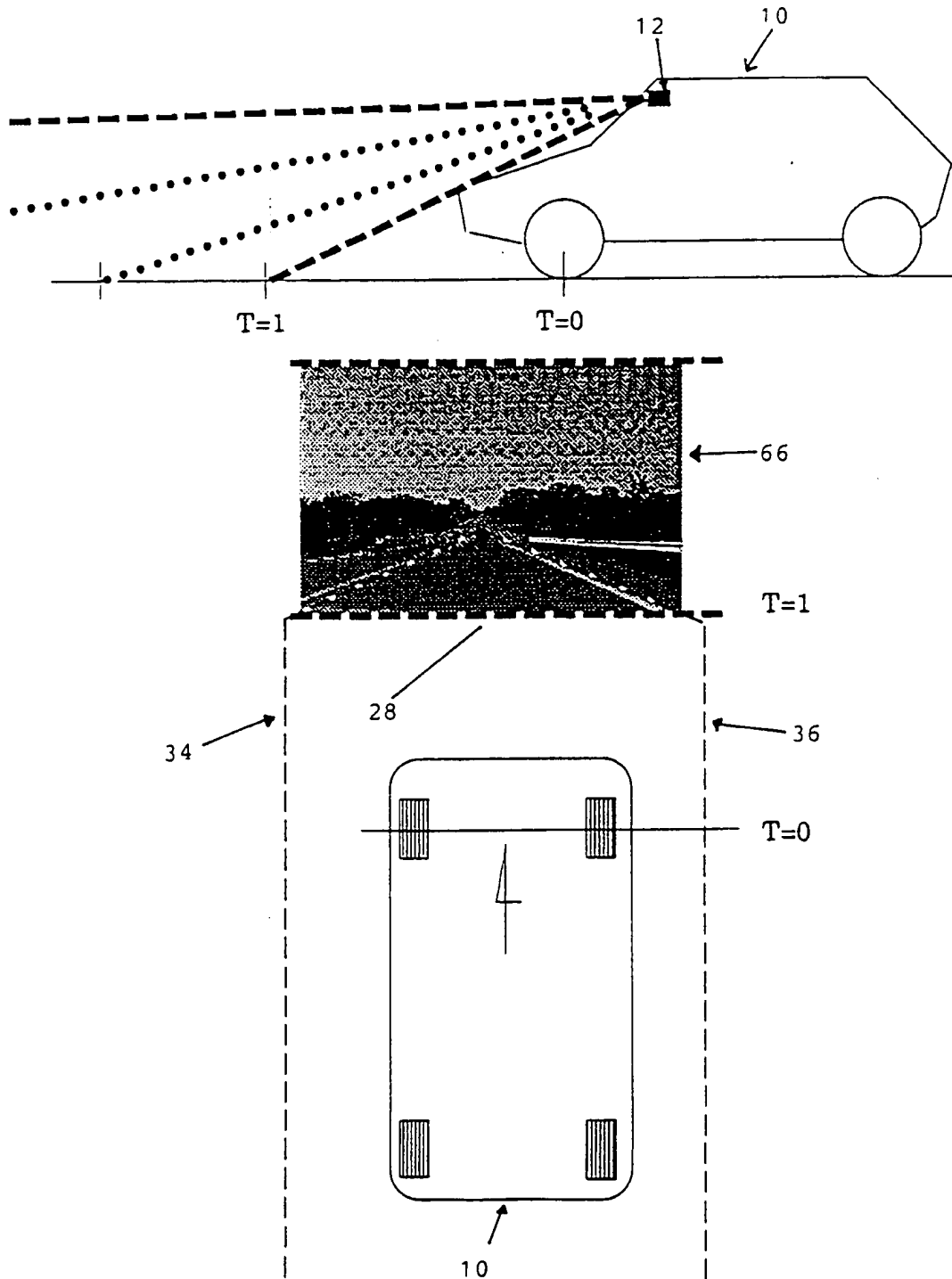
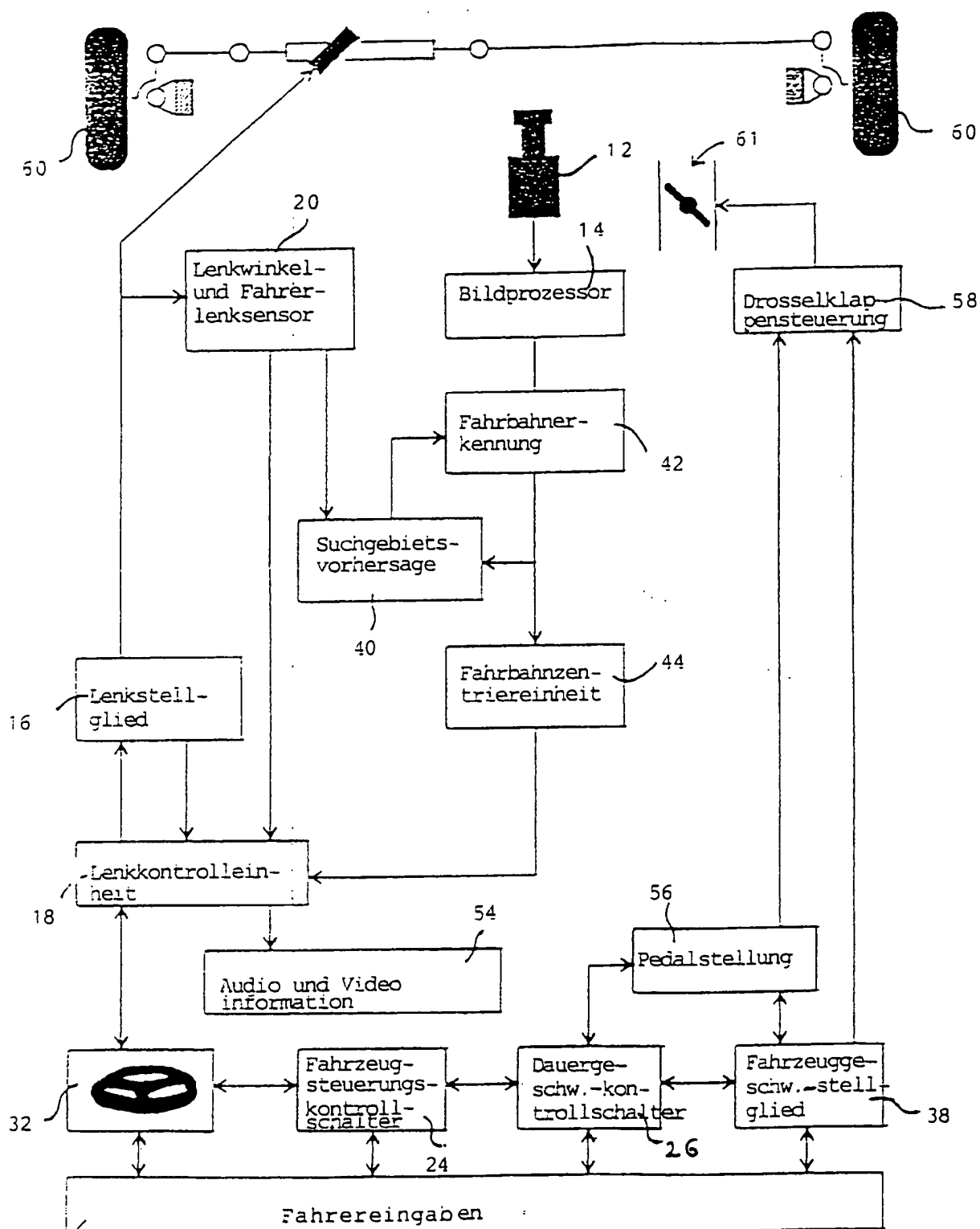


Fig. 2





Figur 3



Fig. 4



Fig. 4A



Fig. 4B

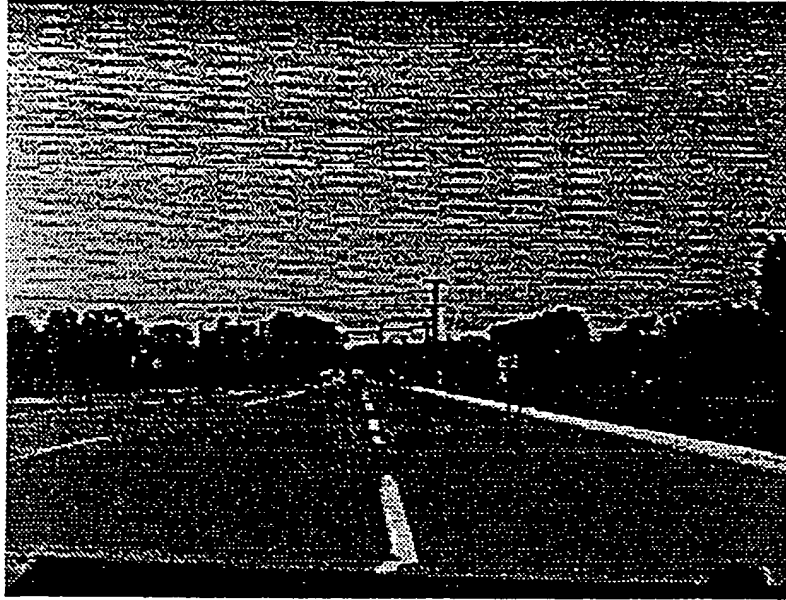
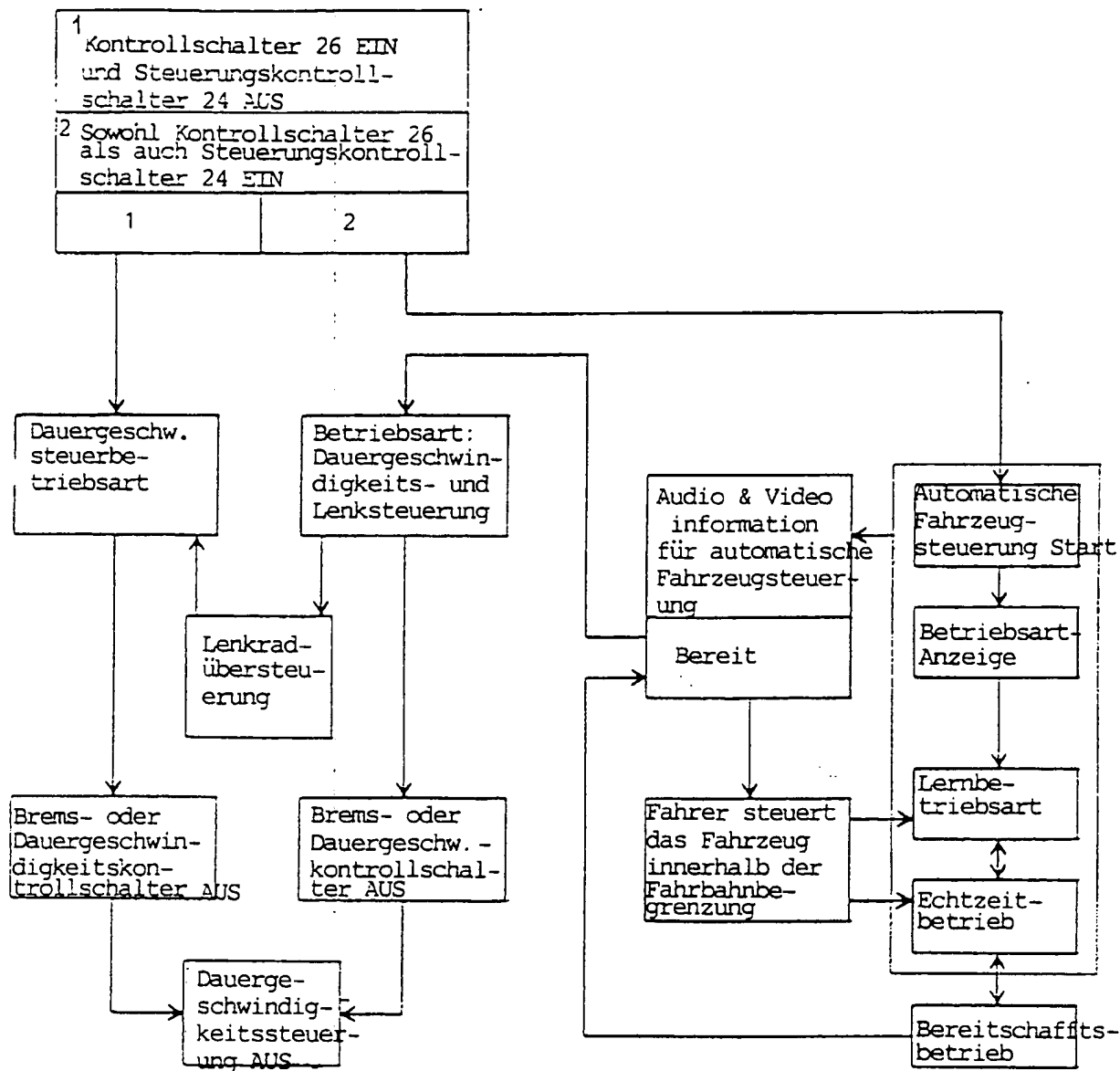
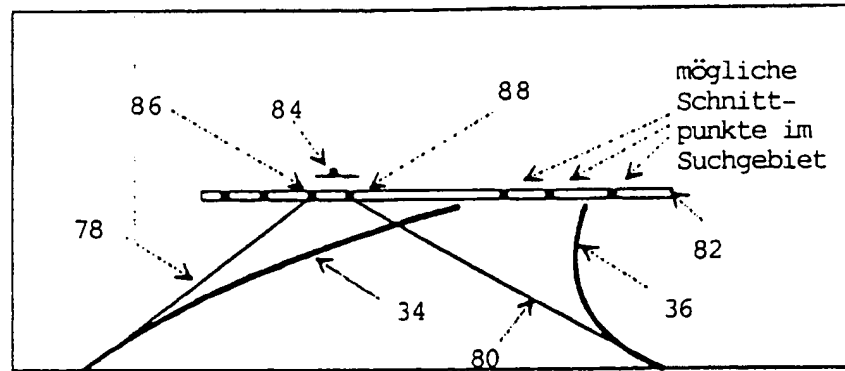


Fig. 4C



Figur 5





Figur 6

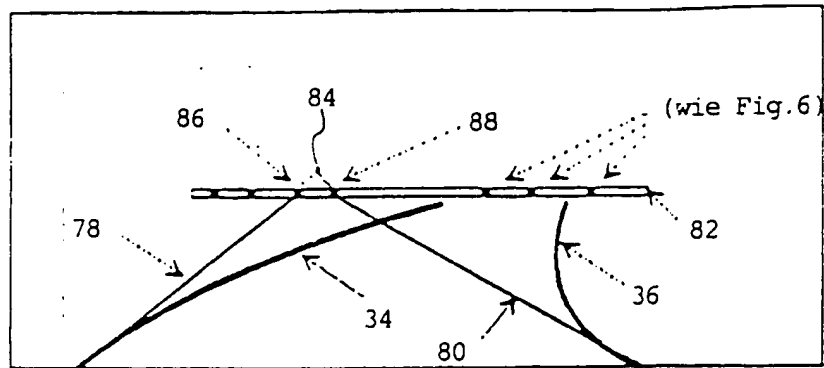


Fig. 7 A

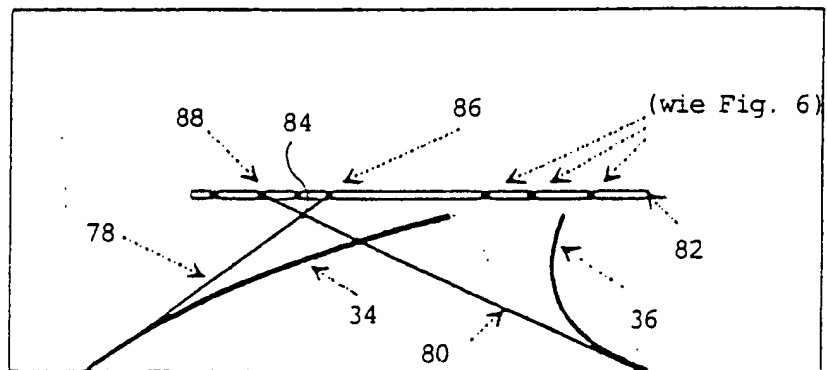


Fig. 7 B

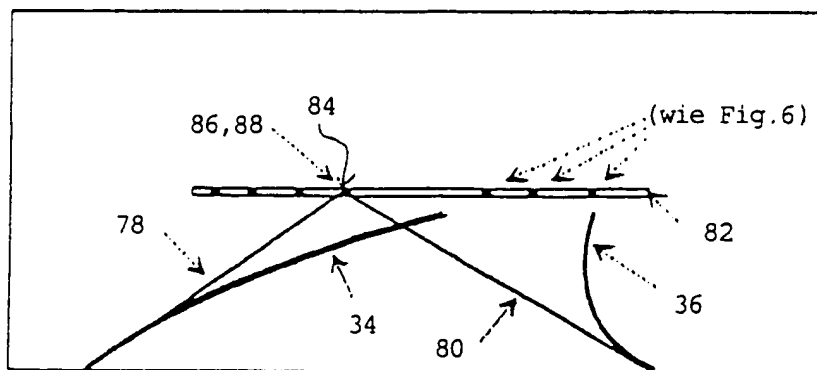
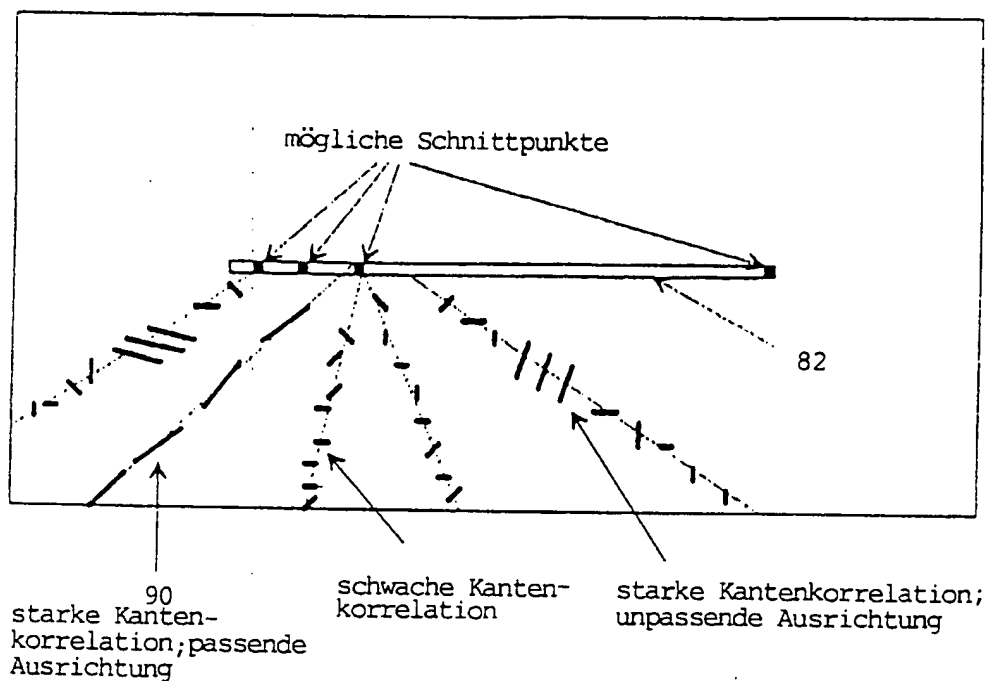
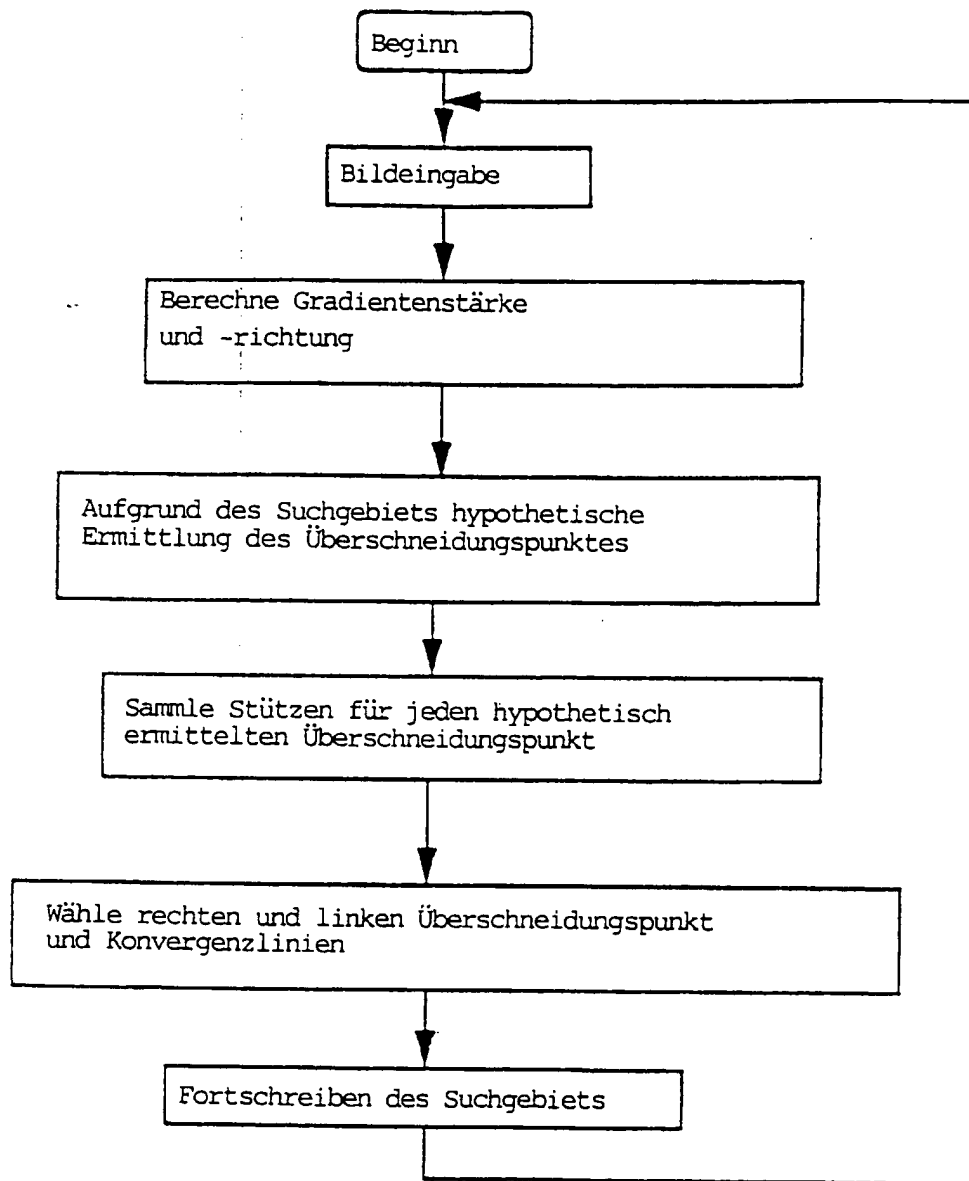


Fig. 7 C

Figur 7

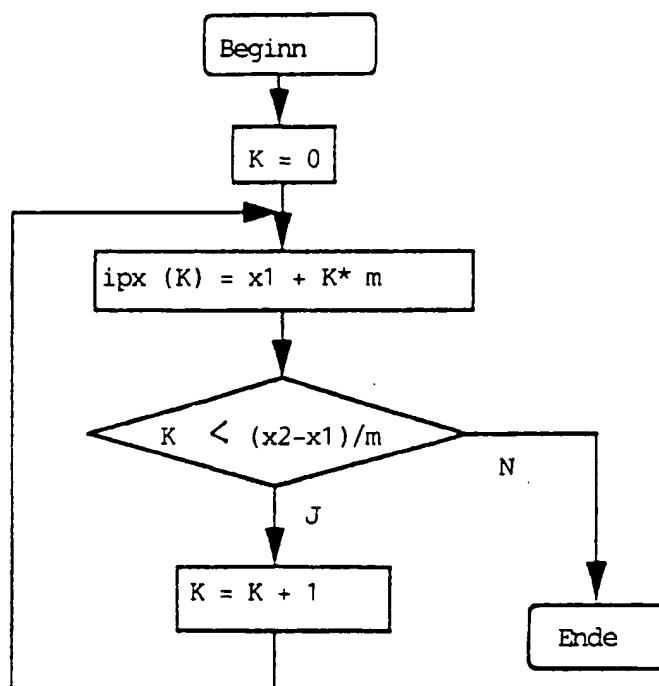


Figur . 8

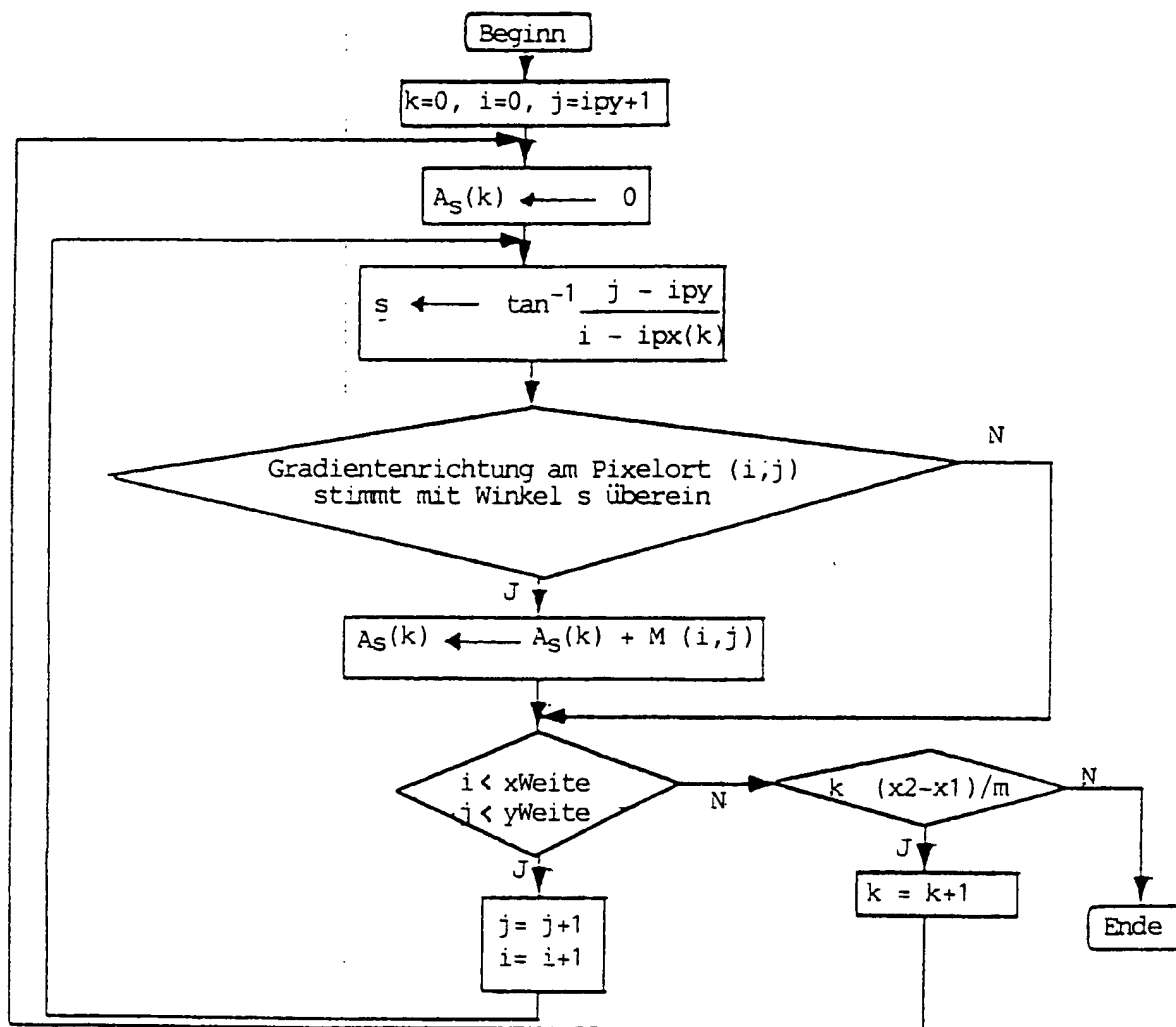


Figur 9





Figur 10



Figur 11